


**Power steering system for vehicle**

**Patent number:** DE4417510  
**Publication date:** 1995-11-23  
**Inventor:** BECKER ROLF DIPL ING (DE); HACKL MATTHIAS  
DIPL ING (DE); KRAEMER WOLFGANG DR ING (DE);  
MUENZ RAINER (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- international: **B62D5/04; B62D5/04;** (IPC1-7): B62D5/30  
- european: B62D5/04  
**Application number:** DE19944417510 19940519  
**Priority number(s):** DE19944417510 19940519

Also published as:

 JP7315235 (A)[Report a data error here](#)**Abstract of DE4417510**

The power steering system is such that the switch-over action in the drive region of the position member (drive 10), which controls the steering movement, is achieved by a direct transmission process which approximates to the original steering wheel movement. The switch-over action is carried out through a 'steer by wire' function in which the first steering movement as desired by the driver is blocked and the steering movement is controlled exclusively via the servo system.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 17 510 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 62 D 5/30**

②① Aktenzeichen: P 44 17 510.8  
②② Anmeldetag: 19. 5. 94  
④③ Offenlegungstag: 23. 11. 95

DE 44 17 510 A 1

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Becker, Rolf, Dipl.-Ing., 71254 Ditzingen, DE; Hackl,  
Matthias, Dipl.-Ing. (FH), 71665 Vaihingen, DE;  
Kraemer, Wolfgang, Dr.-Ing., 70191 Stuttgart, DE;  
Muenz, Rainer, 71254 Ditzingen, DE

⑤④ Verfahren zum Betrieb eines Servolenksystems und Servolenksystem

⑤⑦ Beim Betrieb eines Servolenksystems, bei dem über ein getriebeartiges Stellglied eine dem Fahrerwunsch entsprechende erste Lenkbewegung und eine von einer Servoeinrichtung erzeugte zweite Lenkbewegung überlagert dem Lenkgetriebe zugeführt werden und im Fall eines Ausfalls der Servobewegung eine Getriebeumschaltung erfolgt, wird bei dieser Umschaltung im Getriebebereich gleichzeitig mit der Abkopplung der Hilfsbewegung auf eine direktere Übersetzung übergegangen, die angenähert den ursprünglichen, bei vorhandener Hilfsbewegung herrschenden Lenkwinkelbedarf ergibt, bei Inkaufnahme erhöhter Lenkradmomente.

DE 44 17 510 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 95 508 047/251

12/30

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einem Servolenksystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 3 und betrifft speziell solche Servolenksysteme, bei denen für die Überlagerung der vom Fahrer stammenden Lenkradbewegung sowie der von einer Servoeinrichtung erzeugten Hilfsdrehbewegung Getriebeanordnungen vorgesehen sind, die, wie beispielsweise Planetengetriebe, zwar für den Normalbetrieb den Lenkradwinkelbedarf sowie die aufzuwendenden Lenkradmomente reduzieren, jedoch bei Ausfall der Hilfsbewegung schlagartig eine Änderung der Lenkübersetzung zulassen.

So wird bei einem bekannten motorbetriebenen Servolenksystem (DE-A-40 31 316) mittels eines Stellglieds die vom Fahrer eines Kraftfahrzeugs aufgebraachte Lenkradleistung durch die Hilfsleistung einer Servoleistungsquelle, üblicherweise eines Elektromotors dahingehend überlagert, daß es zu einer Reduzierung des vom Fahrer aufzubringenden Lenkradmomentes kommt, wobei ein hierdurch vergrößerter Lenkradwinkelbedarf gleichzeitig durch geeignete Überlagerung der Hilfsbewegung auf ein übliches Maß reduziert werden kann. Dabei wird der Lenkwunsch des Fahrers durch Lenkwinkelsignale oder Lenkwinkelgeschwindigkeitssignale, die mittelbar oder unmittelbar die Bewegung des vom Fahrer betätigten Lenkrads repräsentieren, erfaßt und einem Steuergerät zugeführt, welches einen entsprechenden Elektromotor ansteuert, der seine Drehbewegung einem Eingang eines getriebeartigen Stellglieds zuführt, dessen anderer Eingang mit dem vom Fahrer betätigten Lenkrad verbunden ist und dessen Ausgang auf das Lenkgetriebe wirkt. Solche die Überlagerung zweier Drehbewegungen bewirkende Stellglieder sind üblicherweise mechanische Differentialsysteme und werden zumeist in Form von Planetengetrieben in einer Vielzahl von Ausführungsformen realisiert.

Solche Planetengetriebe, aber auch eine Vielzahl anderer mechanischer Einrichtungen, die eine additive Überlagerung von Eingangsleistungen ermöglichen, reagieren bei Ausfall der Servohilfsleistung, allein schon aus Sicherheitsgründen so, daß der Fahrer zwar eine erhöhte Lenkradleistung aufzubringen hat, dies jedoch nicht über eine Erhöhung des Lenkradmomentes erfolgt, sondern im Falle eines Defektes, z. B. Blockieren des die Servohilfsleistung aufzubringenden Elektromotors, der Lenkradwinkel bzw. dessen Geschwindigkeit vom Fahrer erhöht werden muß, um beispielsweise einen gleichen Radeinschlag zu ermöglichen.

Ein solches Verhalten eines mechanischen Stellglieds kann jedoch problematisch sein und kollidiert nicht selten mit physiologischen Gegebenheiten, die sich beim Fahren eines Kraftfahrzeugs mit der Zeit aufbauen und dann als stets sich wiederholende Abläufe auch so prägend auf das Verhalten des Fahrers auswirken, daß dieser dann, wenn er einen vorgegebenen Kurvenradius mit seinem Kraftfahrzeug zu fahren hat, sozusagen automatisch einen bestimmten Lenkradwinkel in seinem eigenen zerebralen "Verrechnungssystem" vorgibt bzw. routinemäßig auswählt.

Kommt es zu einem Ausfall der Servoleistung, dann ist der Fahrer zwar bereit, bei bestimmten, plötzlich auftretenden Widerständen, beispielsweise in der Lenk-

radbewegung, sofort eine größere Kraft zur Verfügung zu stellen, um das ihm gewohnte Drehwinkelschema für einen vorgegebenen Kurvenradius einzuhalten, er ist aber nicht darauf vorbereitet, plötzlich einen stärkeren Lenkradeinschlag einzustellen.

In einem solchen Fall kann die Reaktion des Fahrers eines Kraftfahrzeugs so langsam sein, daß sich durchaus gefährliche Situationen ergeben können, wenn vom Fahrer gefordert wird, für eine bestimmte, ihm durchaus bekannte und insofern auch seinem Verhalten eingeprägte Kurve bei im wesentlichen gleichem Momentenbedarf plötzlich einen wesentlich stärkeren Lenkradeinschlag aufzubringen.

Demnach liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei solchen Servolenksystemen, bei denen der Ausfall der Servoleistung zu einem vergrößerten Lenkradwinkelbedarf führt, sicherzustellen, daß die bisher bei intaktem Servosystem vorgegebene Lenkübersetzung, die dem Fahrer sozusagen in Fleisch und Blut übergegangen ist, auch bei einem Ausfall der Servoleistung beibehalten bleibt.

## Vorteile der Erfindung

Die Erfindung löst die weiter vorn genannte Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 3 und hat den Vorteil, daß durch Umschalten der Übersetzung im getriebeartigen Stellglied, welches die vom Fahrer eingeleitete Lenkbewegung und die von einer Servoeinrichtung geleistete Hilfslenkbewegung additiv überlagert, die Lenkwinkelübersetzung insgesamt auch bei Ausfall der Hilfsbewegung näherungsweise unverändert bleibt, so daß es möglich ist, auch Fahrsituationen mit großem Lenkwinkelbedarf bei ausgefallener Servoleistung noch sicher zu beherrschen.

Üblicherweise umfassen solche getriebeartigen Stellglieder zur additiven Drehbewegungsüberlagerung Planetengetriebe, wobei die Erfindung im Moment des Hilfsbewegungsausfalls die Planetengetriebeübersetzung auf die Direktübersetzung umschaltet, so daß bei einer allenfalls sehr geringen Änderung des Lenkradwinkelbedarfs lediglich die Lenkradmomente selbst sich entsprechend der Planetengetriebeübersetzung erhöhen — ein Verhalten, welches mit dem Ausfall einer hydraulischen oder anderen kraftunterstützenden Servolenkung vergleichbar ist und als akzeptabel betrachtet wird.

Ein weiterer Vorteil bei vor liegender Erfindung besteht darin, daß bei einer nicht ordnungsgemäßen Funktion des die Hilfsbewegung erzeugenden Elektromotors der Überlagerungseingang abgekoppelt werden kann, so daß sich kein unerwünschter Lenkwinkel an den lenkbaren Fahrzeuigrädern einstellt.

Von Vorteil ist ferner, daß der Überlagerungseingang nicht notwendigerweise eine selbsthemmende Getriebestufe (beispielsweise über ein dem Planetengetriebe zugeordnetes Schneckengetriebe) enthalten muß, da ein direkter mechanischer Durchgriff vom Lenkrad auf die lenkbaren Fahrzeuigräder stets durch Umschaltung auf die durch die Erfindung gewährleistete Notlaufstellung realisiert werden kann. Die Einleitung der Hilfsbewegung über ein Schneckengetriebe in den Bereich des die Antriebsbewegungen überlagernden Planetengetriebes ist bei der DE-A-40 31 316 deshalb notwendig, damit beim Ausfall des Elektromotors dieser über das Planetengetriebe nicht rückwirkend verdreht wird, was zum Verlust der Lenkbarkeit des Fahrzeugs bei ausgefallener Servoleistung führt.



Die Erfindung ermöglicht ferner als weiteren Vorteil demgegenüber den Ersatz dieser selbsthemmenden Getriebestufe (Schneckengetriebe), deren Wirkungsgrad normalerweise kleiner als 50% ist, durch eine im übrigen auch kostengünstigere Stirnradstufe mit einem Wirkungsgrad im Bereich von 95%, so daß es auch möglich ist, deutlich leistungsschwächere und daher auch von der Bauart kleinere, leichtere und insofern preiswertere Elektromotoren für die Erzeugung der Hilfsbewegung zu verwenden.

Die Erfindung hat noch folgenden Vorteil: Bei mißbräuchlicher Einleitung hoher Drehmomente am Lenkrad wirken am Getriebeausgang durch die Planetengetriebeübersetzung sehr hohe Drehmomente, die eine für normale Verhältnisse völlig überdimensionierte Auslegung des Lenkgetriebes erfordern. Durch die mittels der Erfindung nunmehr ermöglichte Umschaltung auf eine Notlaufstellung auch in solchen Situationen können die am Lenkgetriebe zur Einwirkung kommenden Drehmomente stark reduziert werden, so daß eine übliche Dimensionierung der Lenkgetriebebauteile beibehalten werden kann.

Schließlich ist es ohne größeren zusätzlichen Bauaufwand möglich, durch eine weitere Umschaltung des durch die Erfindung modifizierten Getriebes eine sogenannte "Steer by Wire"-Lenkung oder eine automatische Spurführung zu realisieren.

Schließlich ermöglicht die Erfindung in einer Variante eine umschaltbare Lenkübersetzung von besonders kompakter Bauweise, wobei der Schaltmechanismus selbst im Planetengetriebe integriert ist, nämlich in einer Bohrung im Sonnenrad und weiterführend in einer angrenzenden Bohrung eines entsprechend modifizierten Planetenradträgers.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 als Teilquerschnitt ein dem Grundprinzip eines Planetengetriebes folgendes Stellglied für die additive Überlagerung von Drehbewegungen bei einem motorbetriebenen Servolenksystem in einer ersten Lenkunterstützungs-Position, in welcher sowohl vom Fahrer als auch von einem Servoantrieb Bewegungen eingeleitet werden;

Fig. 2 die gleiche Planetenrad-Getriebedarstellung der Fig. 1 im Querschnitt in einer Notlauf-Position;

Fig. 3 wiederum die gleiche Planetenrad-Getriebedarstellung entsprechend den Fig. 1 und 2 in einer dritten Position, in welcher ein "Steer by Wire"-Betrieb möglich ist;

Fig. 4 und 5 zeigen ebenfalls im Querschnitt als Variante einen Planetengetriebeaufbau, bei welchem nach Art eines sogenannten Ziehkeilgetriebes die Umschaltung zwischen der Position Lenkunterstützung (Fig. 4) und der Position Notlauf (Fig. 5) realisiert wird, während

Fig. 6 und 7 eine weitere Variante eines planetenradartigen Getriebes für umschaltbare Lenkübersetzung nach dem Ziehkeilprinzip zeigen, jeweils im Schnitt sowie im Querschnitt längs der Linie VII-VII, wobei der Ziehkeil-Schaltmechanismus in koaxialen Bohrungen des Sonnenrads und des Planetenträgers angeordnet ist.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bevor auf die verschiedenen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher eingegangen wird, sei nochmals hervorgehoben, daß die Erfindung eine Ausgestaltung bzw. Verbesserung des motorbetriebenen Servolenksystems entsprechend DE-A-40 31 316 zum Ziel hat, deren Beschreibungsinhalt daher vollinhaltlich auch bei vorliegender Erfindung im Sinne einer Offenbarung herangezogen wird, ohne daß es für notwendig erachtet wird, die in dieser erwähnten Veröffentlichung beschriebenen Einrichtungen und Systeme im größeren Detail an dieser Stelle zu wiederholen — es wird lediglich darauf hingewiesen, daß in der DE-A-40 31 316 ein Planetengetriebe zur additiven Überlagerung von Lenkbewegungen verwendet wird, wobei eine zentrale Eingangswelle, die mit dem Sonnenrad des Planetengetriebes verbunden ist, vom Benutzer des Fahrzeugs durch Verdrehung des Lenkrades mit dem von ihm selbst erzeugten Lenkwinkel beaufschlagt wird, während das Hohlrad, in welchem die Planetenräder kreisen, von einem den Servohilfswinkel erzeugenden Elektromotor über ein Schneckengetriebe angetrieben ist und die Ausgangswelle drehfest mit dem Planetenträger verbunden ist.

Erkennbar ergibt sich bei einem solchermaßen ausgebildeten Stellglied bei Ausfall des Elektromotors automatisch ein Blockieren des Hohlrades und damit eine Vergrößerung der Lenkübersetzung.

Daher liegt den im folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen der Grundgedanke zugrunde, im Falle eines Hilfsmotorausfalls die Planetengetriebeübersetzung (von beispielsweise  $i = 2,5$ ) auf die direkte Übersetzung (von beispielsweise  $i = 1,0$ ) umzuschalten, wodurch zwar die Lenkradmomente entsprechend der Planetengetriebeübersetzung erhöht werden, der ursprüngliche Lenkradwinkelbedarf jedoch im wesentlichen beibehalten wird.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eines modifizierten Planetengetriebes 10 ist die Eingangswelle 1—5 mit dem Lenkrad eines mit einem entsprechenden Servolenksystem ausgestatteten Kraftfahrzeugs verbunden und geht in das Sonnenrad 18 über, um welches Planetenräder 19 kreisen, die an einem Planetenträger 16a gelagert sind, der mit der Ausgangswelle 16 verbunden ist, die ihrerseits mit dem eigentlichen, nicht dargestellten Lenkgetriebe verbunden ist.

Das Gesamthohlrad 11 des Planetengetriebes 10 ist zweiteilig ausgebildet und umfaßt das eigentliche Hohlrad 11a mit einer im Durchmesser abgestuften Form, jeweils mit Innenverzahnungen 20 und 21, sowie ein Stirnrad 11b mit Innenverzahnung 22 und Außenverzahnung 23. Das Stirnrad 11b des Gesamthohlrades 11 wird über die am Außendurchmesser angeordnete Verzahnung in geeigneter Weise von einem nicht dargestellten Servoelektromotor angetrieben und stellt somit den Überlagerungseingang dar — der Servoelektromotor kann dabei so angesteuert sein, wie dies in der Fig. 1 der DE-A-40 31 316 durch den dortigen Regelkreis bestimmt ist.

Ferner befindet sich zwischen der Eingangswelle 15 des Sonnenrads 18 und der Innenverzahnung 21 bzw. 22 des Gesamthohlrades ein Schieber 12, der bevorzugt als Ringzylinder ausgebildet ist und partiell Innen- und Außenverzahnungen aufweist, die mit den ebenfalls partiellen Innen- und Außenverzahnungen der vorgenannten Bauteile sowie der Eingangswelle in Wirkungseingriff stehen können, je nach Axialposition des Schiebers 12.

Im einzelnen verfügt der Schieber 12 über eine Außenverzahnung 24, die die beiden Innenverzahnungen 21, 22 des Hohlrades 11a sowie des Stirnrades 11b überbrücken kann, was in der in Fig. 1 dargestellten axialen Schieberposition der Fall ist, wobei in diesem Fall eine partielle Innenverzahnung 25 des Schiebers 12 sich außer Eingriff mit einer ersten partiellen Außenverzahnung 26 an der Eingangswelle 15 befindet; das gleiche trifft im übrigen, worauf allerdings weiter unten noch eingegangen wird, auf eine axial versetzte weitere partielle Innenverzahnung 25' des Schiebers zu, die in der axialen Schieberposition der Fig. 1 nicht im Eingriff mit einer weiteren partiellen Innenverzahnung 26' der Eingangswelle 15 steht, wie im übrigen an dieser Stelle auch nicht auf einen zusätzlichen Kupplungsring 14 eingegangen zu werden braucht, der zunächst zusammen mit einem nur teilweise dargestellten Gehäusebereich 17 mit Innenverzahnung in Fig. 1 lediglich der Vollständigkeit halber mit angegeben ist und erst für eine später noch zu erläuternde "Steer by Wire"-Schieberposition Bedeutung hat, die nachfolgend anhand der Darstellung der Fig. 3 erläutert wird.

Betrachtet man die Darstellung der Fig. 1, dann erkennt man, daß der Schieber 12, der über eine beliebige Schaltstange 27, deren kugelförmiger Endteil 27a frei drehbar in eine Ringnut 12a im Schieber eingreift, axial verschoben werden kann, was jeweils zu anderen Grundfunktionen des in allen drei Fig. 1, 2 und 3 dargestellten Planetengetriebes 10 führt.

So verbindet in der Darstellung der Fig. 1 der Schieber 12 mit seiner Außenverzahnung 24 die beiden Teile des Gesamthohlrades 11, so daß durch Einleitung einer Drehbewegung über die Außenverzahnung 23 des Stirnrades 11a des Gesamthohlrades 11 sowohl die Hilfsbewegung des Elektromotors als auch der vom Benutzer aufgebrachte Lenkradwinkel aufgenommen und im Sinn der Überlagerung auf die Ausgangswelle 16 übertragen werden. Daher befindet sich in Fig. 1 das dort dargestellte Planetengetriebe 10 in der Lenkunterstützungs-Position, also der normalen Betriebsstellung der Servolenkung, bei welcher Hohlrad 11a und Stirnrad 11b formschlüssig miteinander verbunden sind, wobei im übrigen der Schieber 12 sich mit dem Gesamthohlrad 11 dreht.

Die in Fig. 2 dargestellte Notlauf-Position — in den Fig. 1, 2 und 3 sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet — ergibt sich dann, wenn bei Ausfall bzw. Fehlfunktion des Elektromotors umgeschaltet werden muß, was durch Sensoren beliebiger Art festgestellt werden kann, was dann dazu führt, daß der Schieber 12 bei Axialbewegung in der Zeichenebene der Fig. 1 und 2 nach links mit seiner Außenverzahnung 24 aus der Innenverzahnung 22 des Stirnrades 11b ausrückt, so daß dieses auf die Getriebefunktion ohne weiteren Einfluß bleibt. In diesem Fall und in dieser Axialposition des Schiebers 12 rückt seine partielle Innenverzahnung 25 deckungsgleich in die Außenverzahnung 26 der Eingangswelle 15 ein, so daß sich eine 1 : 1-Mitnahme des Gesamthohlrades 11 ergibt. Damit stellt sich die Übersetzung  $i = 1,0$  zwischen Lenkrad und Getriebeausgang 16 ein — der Überlagerungseingang ist ausgekuppelt.

Mit geringen kostengünstigen Ergänzungen eignet sich dieses in den Fig. 1 und 2 dargestellte Ausführungsbeispiel ferner noch für die Realisierung einer Zusatzfunktion, nämlich der weiter vorn schon erwähnten Funktion "Steer by Wire", für welche sich eine axiale Schieberposition ergibt, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist.

In dieser Schaltposition findet jetzt auch der weiter vorn schon erwähnte Kupplungsring 14 Verwendung, der mit seiner Innenverzahnung 25' in dieser ganz nach rechts herausgezogenen Schieberposition in die partielle Außenverzahnung 26' der Eingangswelle 15 eingreift und so mit seiner Außenverzahnung 14a die Eingangswelle 15 an einer ortsfesten Gehäuseverzahnung 17a festlegt. Die Eingangswelle 15 ist in diesem Falle bei blockiertem Sonnenrad 18 stationär gehalten, und die formschlüssige Verbindung des Schiebers 12 mit vom Servomotor angetriebenem Stirnrad 11b mit Hohlrad 11a sorgt dafür, daß ausschließlich über den Überlagerungseingang eingeleitete Lenkbewegungen übertragen werden können. In dieser Schaltstellung wird daher lediglich durch den Elektromotor gelenkt, wobei es sich versteht, daß dann, wenn eine solche "Steer by Wire"-Funktion nicht erforderlich ist, die Elemente Kupplungsring 14 und Innenverzahnung 17a des Gehäuses 17 entfallen können.

Es ist auch möglich, den in deinem Funktionsprinzip anhand der Darstellung der Fig. 1 und 2 erläuterten Schaltmechanismus alternativ, beispielsweise nach Art eines Ziehkeilgetriebes auszuführen, wie dieses bei 10' in den Fig. 4 und 5 dargestellt ist, wobei die "Steer by Wire"-Funktion entfällt.

Entsprechend den Fig. 4 und 5 bewirkt eine modifizierte Schieberausbildung 12', daß in der in Fig. 4 gezeigten Lenkunterstützungs-Position Mitnahmeelemente, bevorzugt in Form von Sperrkugeln 28 in eine formschlüssige Mitnahmeposition zwischen dem Stirnrad 11b' und dem Hohlrad 11a' gedrückt werden, wobei die Sperrkugeln 28 in Radialausnehmungen 29 einer axialen Verlängerung 30 des Stirnrads 11b' sitzen und dabei gleichzeitig in axial verlaufende Mitnahmenuten 31 des Hohlrades 11a' durch einen nach außen radial aufgestülpten Außenrand 32 des Schiebers 12' in der in der Zeichenebene der Fig. 4 nach rechts zurückgezogenen Position des Schiebers 12' gedrückt werden.

Wird demgegenüber entsprechend der Darstellung der Fig. 5 zur Einnahme der Notlauf-Position der Schieber 12' in seine linke Anschlagposition verstellt, dann werden aus radial nach außen ansteigenden, Sperrkugellaufbahnen bildenden Axialnuten 33 in der Eingangswelle 15' weitere Sperrkugeln 28' nach außen gedrückt und gelangen zur direkten formschlüssigen Mitnahme des Hohlrades 11a' durch die Eingangswelle 15' in innere axiale Mitnahmenuten 34 dieses Hohlrades, wie aus der Darstellung der Zeichnung der Fig. 4 ohne weiteres zu erkennen. Daher ist in der Notlauf-Position der Fig. 5 der Überlagerungseingang über das Stirnrad 11b' abgekoppelt, und es ergibt sich auch hier wieder eine formschlüssige Verbindung zwischen der Eingangswelle 15' und dem Hohlrad 11a', die über die Planetenräder die direkte Mitnahme der Ausgangswelle 16 bewirkt.

Schließlich ist es entsprechend einer weiteren Variante vorliegender Erfindung, die in den Fig. 6 und 7 dargestellt ist, auch möglich, den Schaltmechanismus sozusagen in das Innere des Planetengetriebes zu integrieren, wodurch sich eine besonders kompakte Bauweise ergibt und ebenfalls die Getriebestellungen Lenkradunterstützungs-Position sowie Notlauf-Position möglich sind.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Lenkrad mit der Eingangswelle 15' und das nicht dargestellte Lenkgetriebe über die Ausgangswelle 16 mit dem Planetenträger 16a' verbunden. Das Hohlrad 11'' des Planetengetriebes 10'' der Fig. 6 und 7 weist an einem beliebigen, auch abgestuften Bereich seines Außendurchmessers eine außenliegende Stirnradverzahnung 35 auf,



über die, wie auch schon bei den weiter vorn erläuterten Ausführungsbeispielen ein nicht dargestellter Hilfselektromotor seine Servounterstützung einleiten kann, d. h. daß auch hier die äußere Stirnradverzahnung des Hohlrades den Überlagerungseingang bildet.

Die Eingangswelle 15'' weist eine Bohrung 36 auf, die sich als 36' abgestuft im Planetenträger 16a' fortsetzt; in den Bohrungen 36, 36' ist ein Schaltschieber 37 gelagert, der über eine nach außen geführte Schaltstange 37a axial in seine beiden, durch Anschläge vorgegebenen Schaltpositionen überführt werden kann.

Dabei sind die mit dem Lenkrad verbundene Eingangswelle 15'' und das Sonnenrad 18' relativ zueinander verdrehbar ausgeführt, wobei auch hier wieder Schaltkugeln vorgesehen sind, die je nach Position des Schaltschiebers 37 und von diesem bewegt die Eingangswelle 15'' entweder mit dem Sonnenrad 18' oder mit dem Planetenträger 16a' formschlüssig verbinden.

Zu diesem Zweck weist der rohrförmige Bereich der Eingangswelle über den Umfang verteilt mehrere radiale Bohrungen 38 auf, die erste Schaltkugeln 39 aufnehmen.

Da die Eingangswelle 15'' ferner mit ihrem rohrförmigen Teil in eine im Planetenträger 16a' angeordnete Bohrung hineinreicht, befinden sich in diesem Eingangswellenstummel weitere radiale Bohrungen 38' mit entsprechenden Schaltkugeln 39'. Dabei sind sowohl in der die Eingangswelle 15' aufnehmenden Bohrung des Sonnenrades 18' erste axiale halbkreisförmige Nuten 40 für die Aufnahme der ersten Schaltkugeln 39 als auch in der den Eingangswellenstummel aufnehmenden angrenzenden Bohrung des Planetenträgers 16a' zweite axiale halbkreisförmige Nuten 40' eingearbeitet, die je nach Position des Schaltschiebers 37 und radial von einem radialen Wulst 41 an diesem nach außen gedrückt entweder die formschlüssige Verbindung der Eingangswelle 15'' mit dem Sonnenrad 18' oder direkt zwischen der Eingangswelle 15'' und dem Planetenträger 16a' herstellen, wodurch sich die beiden Schaltpositionen Lenkunterstützung bzw. Notlauf ergeben.

Auch hier wird daher durch die wahlweise formschlüssige Verbindung der Eingangswelle 15'' entweder mit dem Sonnenrad 18' oder mit dem Planetenträger 16a' die Übersetzungsumschaltung erreicht, so daß sichergestellt ist, daß bei Ausfall der Lenkhilfsbewegung die Lenkung für den Benutzer zwar schwergängiger, jedoch nicht entgegen seinen Vorstellungen vollständig verändert erscheint.

Die Betätigung der Umschaltung über die entsprechenden Schaltstangen läßt sich problemlos durch ein geeignetes Signal aktivieren, welches den Ausfall des die Hilfsbewegung zur Verfügung stellenden Elektromotors erfaßt und entsprechend, beispielsweise elektromagnetisch umgesetzt die Schaltbewegung durchführt.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die Ansprüche und insbesondere der Hauptanspruch Formulierungsversuche der Erfindung ohne umfassende Kenntnis des Stands der Technik und daher ohne einschränkende Präjudiz sind. Daher bleibt es vorbehalten, alle in der Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale sowohl einzeln für sich als auch in beliebiger Kombination miteinander als erfindungswesentlich anzusehen und in den Ansprüchen nieder zulegen sowie den Hauptanspruch in seinem Merkmalsgehalt zu reduzieren.

1. Verfahren zum Betrieb eines Servolenksystems, bei dem über ein getriebeartiges Stellglied eine dem Fahrerwunsch entsprechende erste Lenkbewegung und eine von einer Servoeinrichtung erzeugte zweite Lenkbewegung überlagert dem Lenkgetriebe zugeführt werden, wobei im Fall eines Ausfalls der Servobewegung eine Getriebeumschaltung erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung im Getriebebereich des die Bewegungen überlagernden Stellglieds auf eine direkte Übersetzung vorgenommen wird, die annähert den ursprünglichen, bei vorhandener Servobewegung herrschenden Lenkwinkelbedarf ergibt, bei Inkaufnahme erhöhter Lenkradmomente.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das getriebeartige Stellglied ein Planetengetriebe umfaßt und der Überlagerungseingang über dessen Hohlrad erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Servobewegung benutzte Überlagerungseingang am Hohlrad abgekoppelt und das Hohlrad, wie auch das Sonnenrad direkt mit der Eingangswelle verbunden werden oder daß bei vollständiger Abkopplung des Hohlrades die Eingangswelle direkt auf den mit der Ausgangswelle verbundenen Planetenträger formschlüssig durchgeschaltet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine zusätzliche Umschaltung im Getriebebereich des die Bewegungen überlagernden Stellglieds ein "Steer by Wire"-Betrieb erfolgt, bei dem die Wirkverbindung zwischen der dem Fahrerwunsch entsprechenden ersten Lenkbewegung und der dem Lenkgetriebe zugeführten Lenkbewegung auf gehoben ist und die erste Lenkbewegung durch Blockieren der sie dem getriebeartigen Stellglied zuführenden Eingangswelle verhindert wird, wobei die Servobewegung in Wirkverbindung mit dem Lenkgetriebe steht und damit der Lenkbetrieb ausschließlich über die Servobewegung erfolgt.

4. Motorbetriebenes Servolenksystem, bei dem über ein getriebeartiges Stellglied (10, 10', 10'') eine dem Fahrerwunsch entsprechende erste Lenkbewegung und eine von einer Servoeinrichtung erzeugte zweite Lenkbewegung überlagert dem Lenkgetriebe zugeführt sind, mit Mitteln (12, 12', 37) zur Freischaltung des Überlagerungseingangs der Servobewegung bei deren Ausfall, dadurch gekennzeichnet, daß die den Überlagerungseingang am Stellglied (10, 10', 10'') abkoppelnden Schaltmittel gleichzeitig die Getriebekomponenten des Stellglieds so beeinflussen, daß sich eine Reduzierung der Stellgliedübersetzung zwischen dem mit dem Lenkrad verbundenen Getriebeeingang (Eingangswelle 15, 15', 15'') und der mit dem Lenkgetriebe verbundenen Ausgangswelle (16) im Sinne einer mindestens angenäherten Beibehaltung des ursprünglichen, bei vorhandener Servobewegung herrschenden Lenkwinkelbedarfs ergibt.

5. Motorbetriebenes Servolenksystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausbildung des die Überlagerung der Lenkradbewegung mit der Hilfsbewegung bewirkenden Stellglieds in Form eines Planetengetriebes (10, 10', 10'') der mit dem Servomotor verbundene Überlagerungseingang im Bereich des Hohlrades (11, 11', 11'') des Planetengetriebes (10, 10', 10'') erfolgt und die Um-

schalteinrichtung diesen den Überlagerungseingang umfassenden Hohlradbereich abkoppelt und die Eingangswelle (15, 15', 15'') formschlüssig entweder an das Hohlrad oder direkt an den mit der Ausgangswelle (16) verbundenen Planetenträger (16a') ankoppelt. 5

6. Motorbetriebenes Servolenksystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlrad (11) des Planetengetriebes (10) zweiteilig ausgebildet ist, wobei beide Teile, ein erster, mit einer Innenverzahnung mit den Planetenrädern (19) kämmender Hohlradteil (11a) sowie ein zweiter den Überlagerungseingang über eine Außenverzahnung (23) aufnehmender Hohlradteil (11b) mechanisch mit Hilfe eines zwischen Hohlrad (11) und der Eingangswelle (15) angeordneten Schiebers (12) über je nach axialer Position des Schiebers partiell miteinander in Eingriff stehende Außen- und Innenverzahnungen (21, 22, 24, 25, 26) verbindbar sind, wobei der Schieber (12) in einer ersten Position die beiden Hohlradteile (11a, 11b) miteinander verbindet, derart, daß der Überlagerungseingang auf das Gesamthohlrad (11) wirkt, während in der zweiten Schieberposition der als Stirnrad (11b) ausgebildete Hohlradteil frei drehbar abgekoppelt und die Eingangswelle (15) formschlüssig direkt mit dem verbleibenden, mit den Planetenrädern (19) kämmenden Hohlradteil (11a) verbunden ist, wobei die Übersetzungsverhältnisse des Planetengetriebes (10) insgesamt so ausgebildet sind, daß sich bei direkter Aufschaltung der Drehbewegung der mit dem Lenkrad verbundenen Eingangswelle (15) des Planetengetriebes (10) bei Aufrechterhaltung der normalen Verbindung zwischen Sonnenrad (18) und der Eingangswelle (15) am Lenkrad ein angenähert gleicher Lenkwinkelbedarf ergibt, verglichen mit dem Betrieb bei einwirkender Servobewegung. 20 25 30 35

7. Motorbetriebenes Servolenksystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber (12) in eine zusätzliche, einen "Steer by Wire"-Betrieb ermöglichende Umschaltposition axial verschiebbar ist und in dieser Position einen die Drehbewegung der Eingangswelle (15) und damit des Lenkrades gegen eine Gehäuseverzahnung (17a) blockierenden Kupplungsring (14) verschiebt, wobei in dieser Position die formschlüssige Mitnahmeverbindung der beiden Hohlradteile (11a, 11b) zur ausschließlichen Ermöglichung eines Lenktriebs über den Überlagerungseingang und damit unter den ausschließlichen Einfluß der Servobewegung gesichert ist. 40 45 50

8. Motorbetriebenes Servolenksystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen Eingangswelle (15') und den beiden Hohlradteilen (11a', 11b') angeordnete Schieber (12') durch radiales selektives Eindrücken von Kupplungskugeln (28) in Durchbrechungen bzw. Mitnahmelängsnuten (31) alternativ eine formschlüssige Drehverbindung zwischen den beiden Hohlradteilen (11a', 11b') in der Position Lenkunterstützung bzw. die Abkupplung des mit dem Überlagerungseingang verbundenen Hohlradteils (11b') sowie die formschlüssige Verbindung über die Arretierkugeln (28') zwischen Eingangswelle (15') und dem abgekoppelten, mit den Planetenrädern kämmenden Hohlradteil (11a') bewirkt. 55 60 65

9. Motorbetriebenes Servolenksystem nach An-

spruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kupplungsverbindungen über Schaltkugeln (39, 39') selektiv entweder zwischen der Eingangswelle (15'') und dem Sonnenrad (18') bzw. zwischen Eingangswelle (15'') und dem mit der Ausgangswelle (16) verbundenen Planetenradträger (16a') bewirkender Schaltschieber (37) in einer Bohrung (36) der Eingangswelle und insofern im Inneren des Planetengetriebes (10'') integriert ist, wobei die durch jeweilige radiale Positionen der Schaltkugeln (39, 39') bewirkten Kupplungsvorgänge durch entsprechende axiale Schiebepositionen des Schaltschiebers (37) bestimmt sind, der die Kugeln durch einen radial verdickten Wulst (41) in die jeweiligen Mitnahmepositionen verschiebt.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---



**- Leerseite -**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

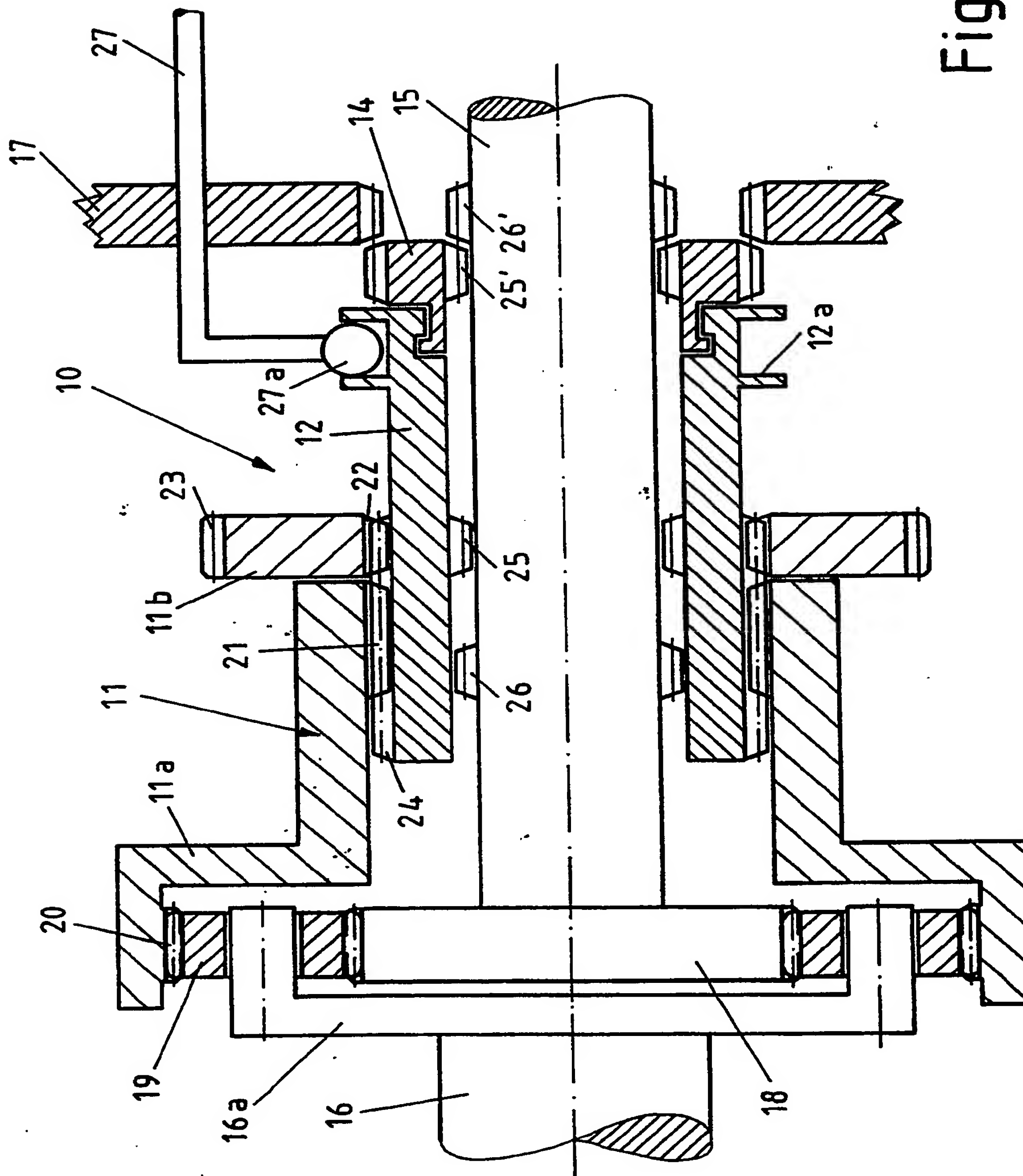


Fig. 1

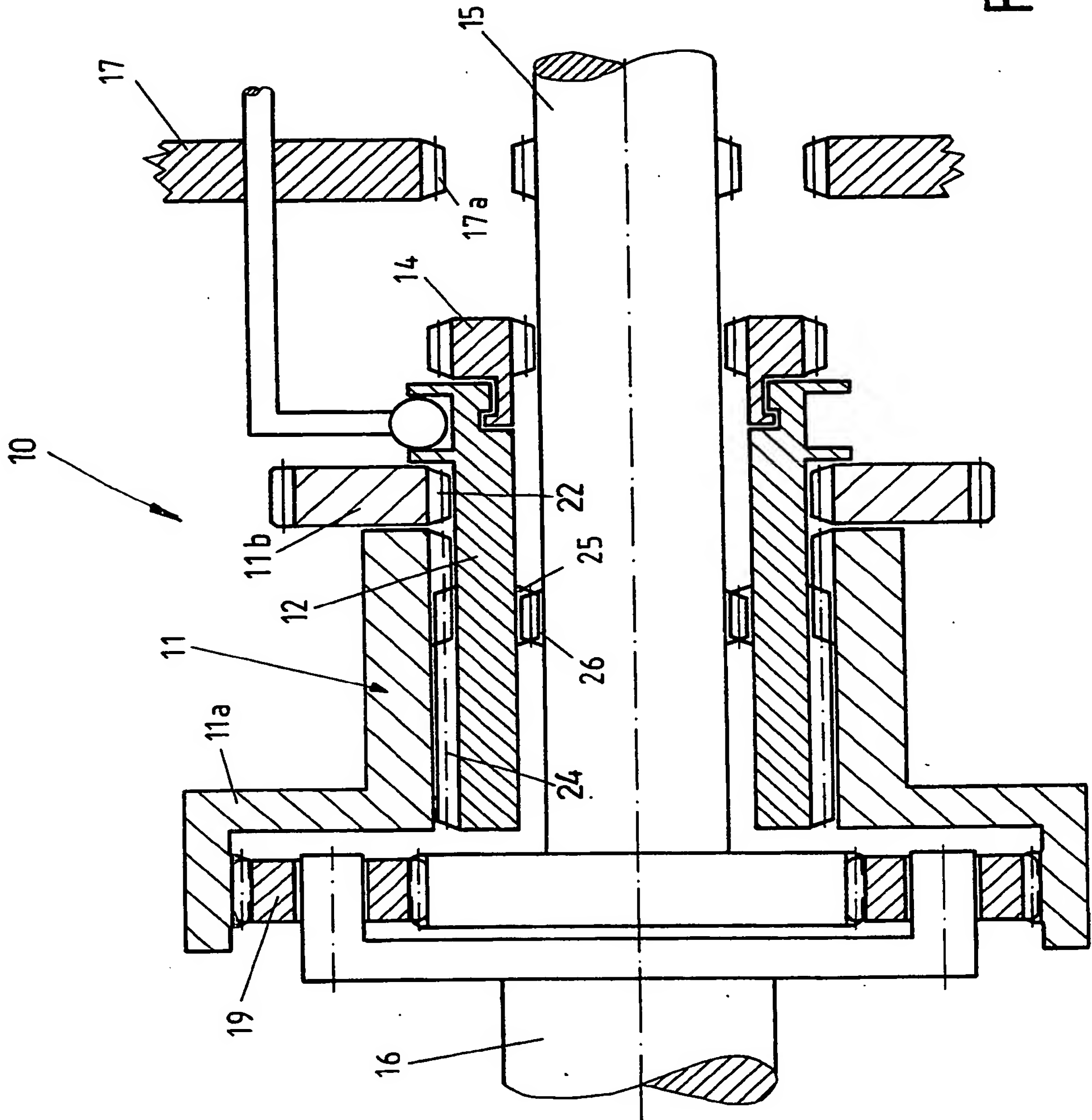


Fig. 2



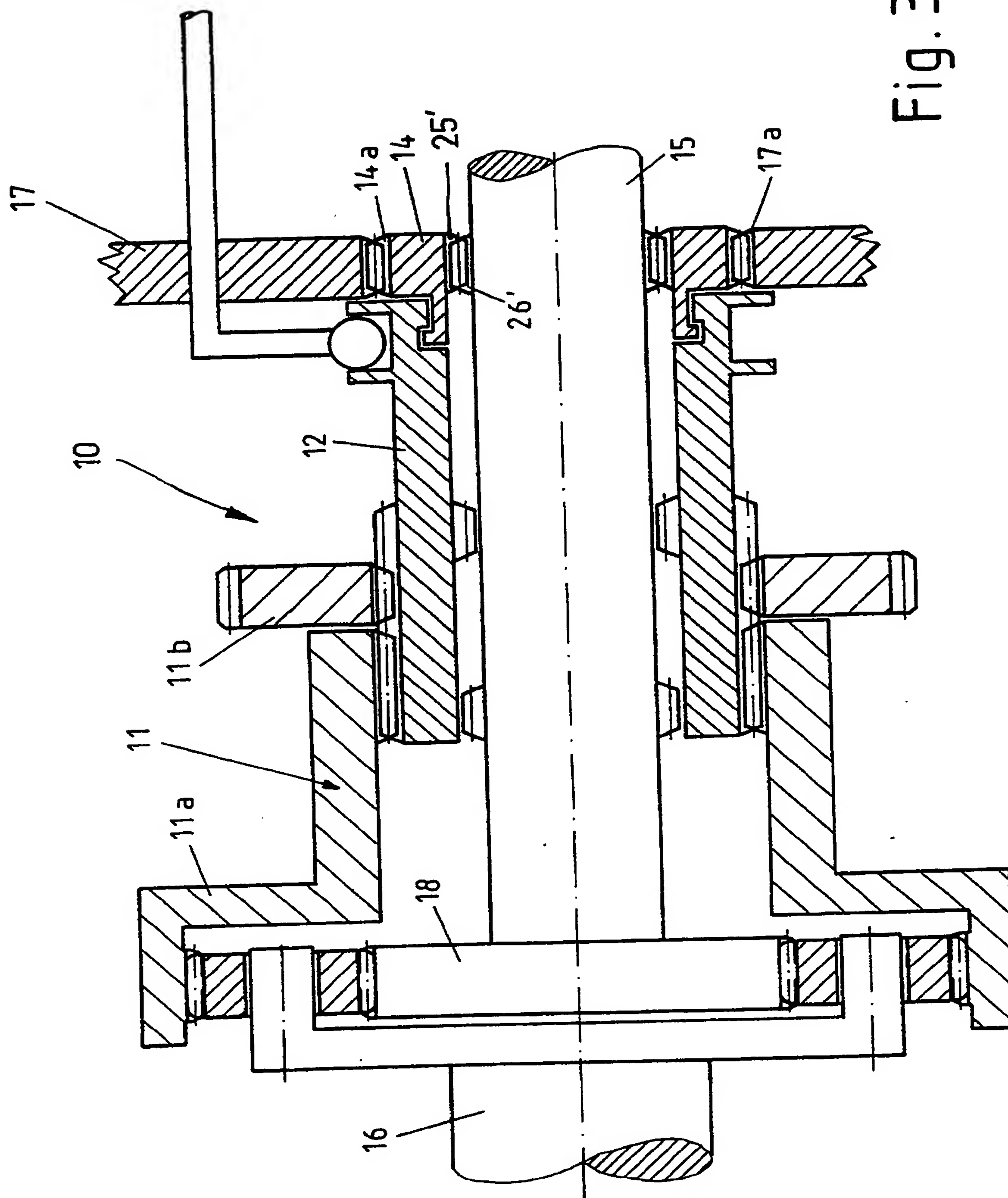
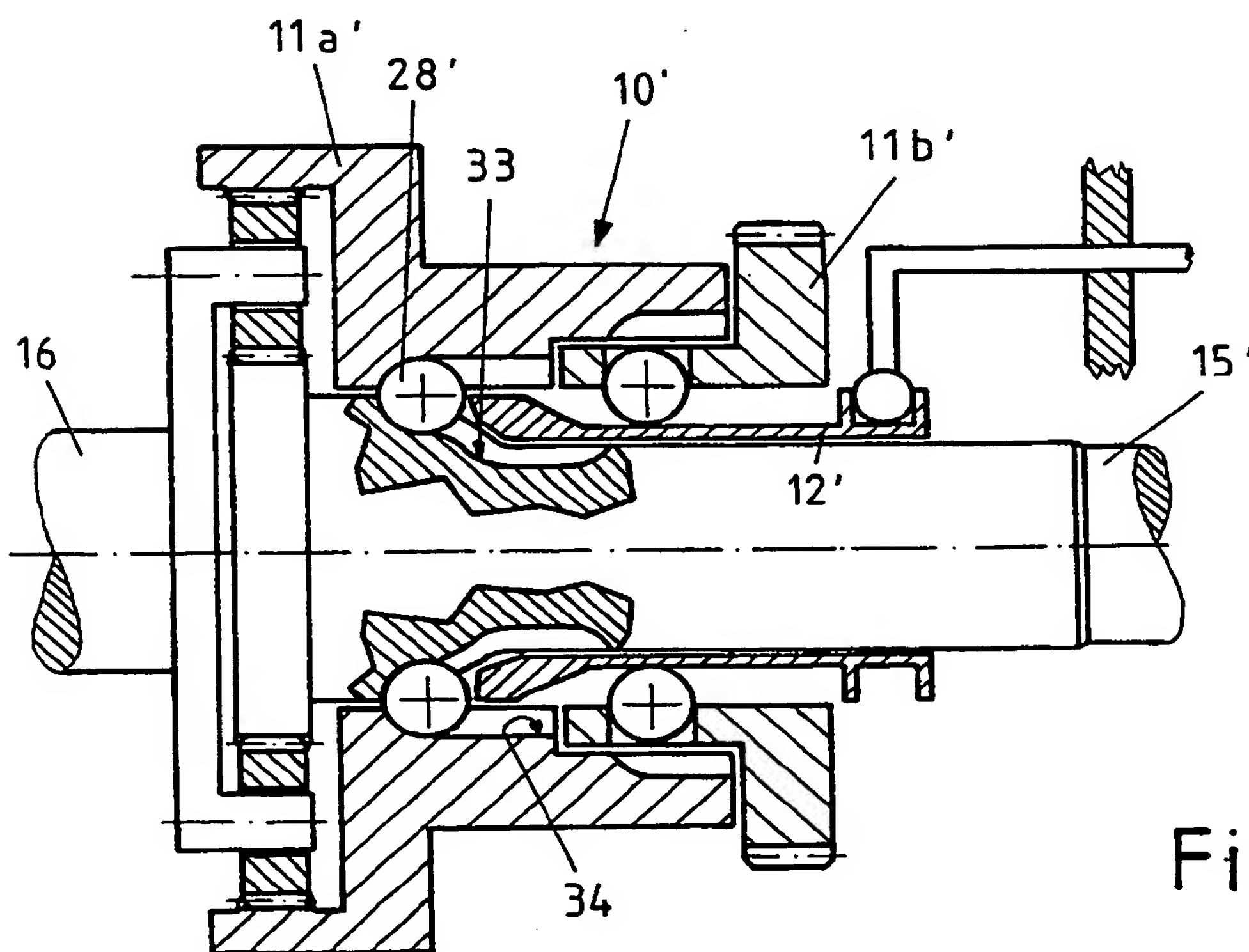
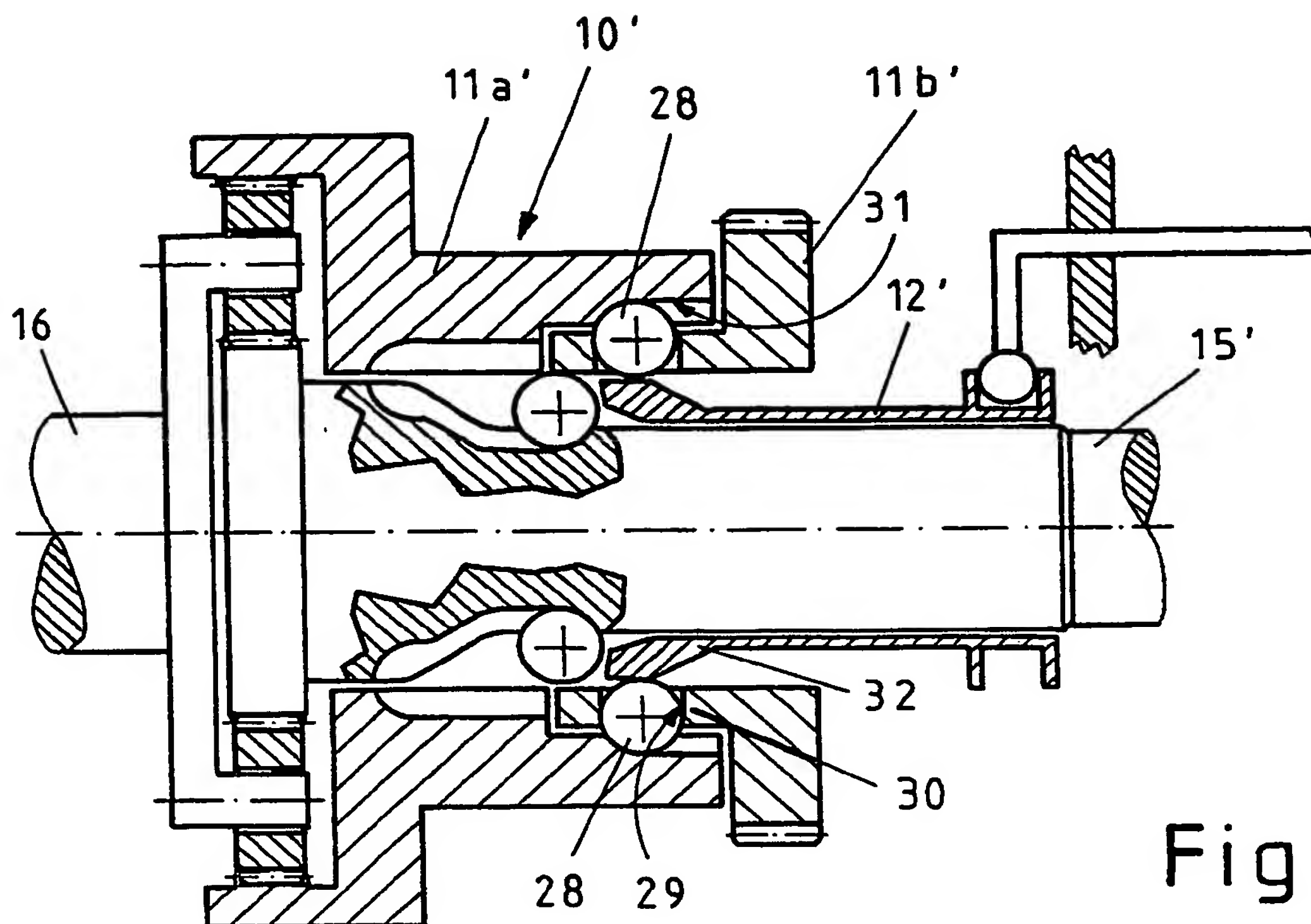


Fig. 3



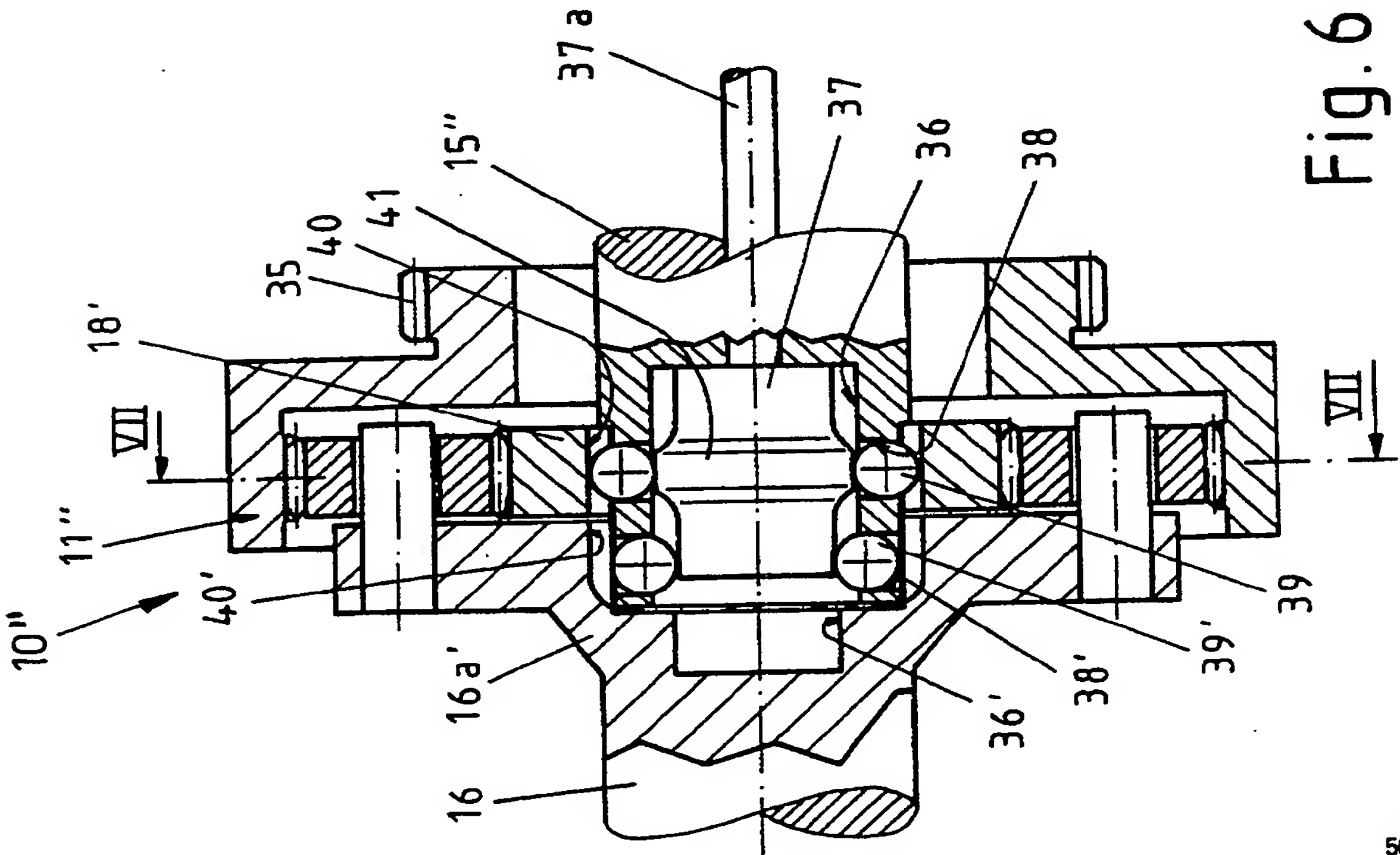


Fig. 6

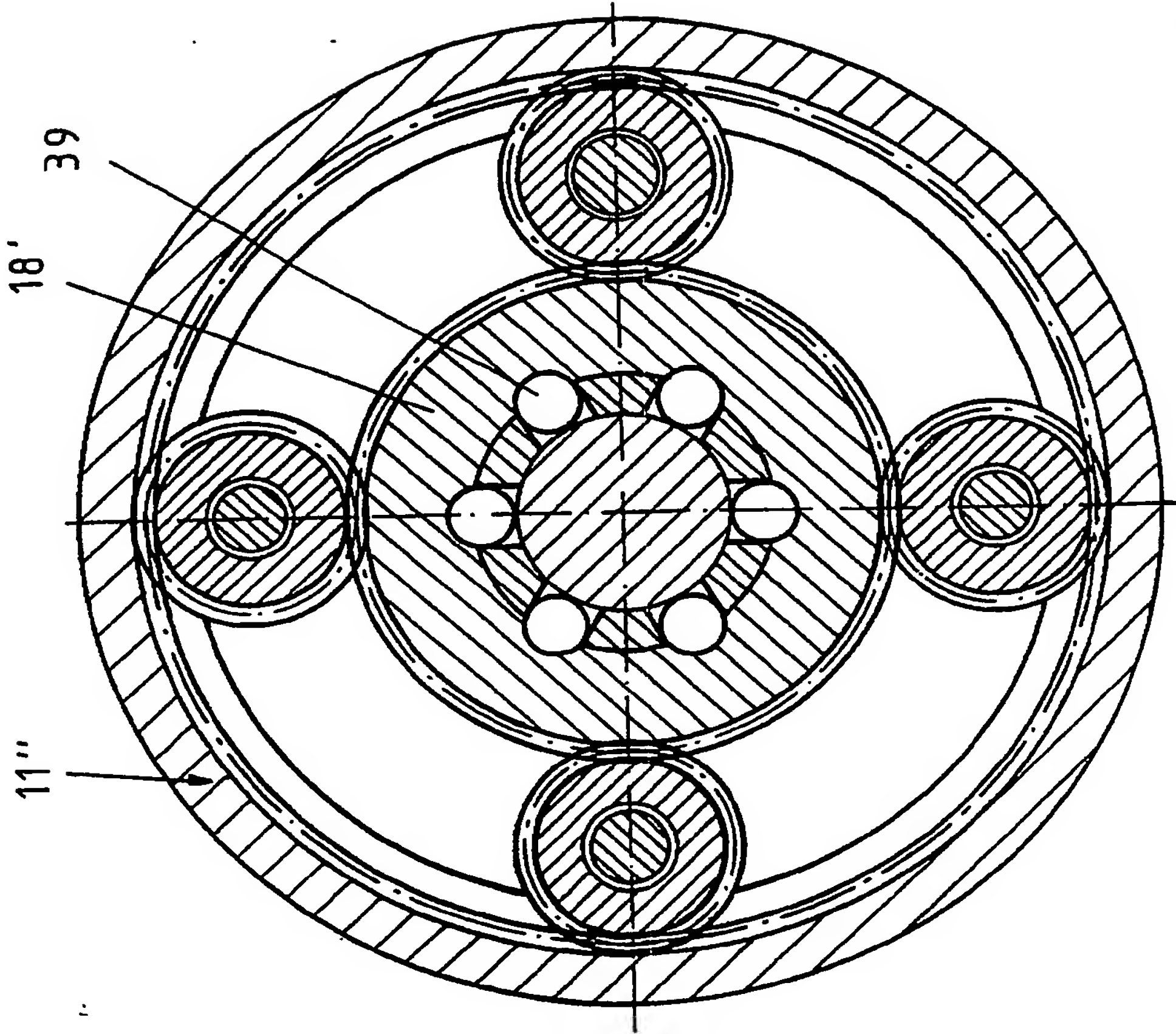


Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**